

煤矿通风安全智能化改造与实践

申阳阳

(河南煤安检测检验有限公司 河南郑州 450000)

摘要: 煤矿通风系统的有效运行不仅直接关系到矿工的安全与健康,也对煤矿生产的稳定性和效率起着至关重要的作用。然而,传统的煤矿通风管理方式存在着诸多问题,这些问题严重制约了通风安全管理水平的提升和生产效率的改进。随着科技的不断进步和智能化技术的应用,煤矿通风安全智能化改造逐渐成为解决上述问题的关键路径。通过多种实践途径,从而提高通风安全管理的精确度和效率,降低事故风险,保障矿工的生命安全和健康。本文将探讨煤矿通风安全智能化改造的重要性,分析传统通风工作存在的问题,提出智能化改造与实践路径,并探讨如何通过智能化技术的应用,提升煤矿通风管理的水平,确保煤矿生产的安全、高效进行。

关键词: 煤矿; 通风安全; 智能化改造; 实践

1. 煤矿通风安全智能化改造的重要性

1.1 保障作业安全

智能化通风系统通过高效空气交换,能及时排出粉尘,降低空气中的粉尘浓度,减少矿工吸入粉尘的机会,保护工人肺部健康。此外,井下常产生有毒有害气体,如甲烷、一氧化碳等,智能化系统可实时监测并自动调节通风设备,确保有害气体迅速排出,维持井下空气清新,防止瓦斯爆炸或窒息事故发生。智能化系统的快速响应能力使其能够即时应对突发情况,提高通风设备的效率和安全性,确保氧气供应充足,避免因氧气不足引发的事故。

1.2 保障矿工健康

煤矿矿井通风安全管理的重要性在于保护矿工的健康。在矿井中,会产生大量的有毒有害气体、粉尘和烟雾等,如果没有科学合理的通风系统,这些有害物质会对矿工的呼吸系统造成严重的危害^[1]。良好的通风系统能够及时将这些有害物质排除,保持矿井内的空气清新。这样一来,矿工接触到有害物质的机会就大大降低,从而减少矿工呼吸系统疾病和其他健康问题的发生。通过保持矿井内部的空气质量良好,矿工的职业病风险也会降低,从而保护他们的身体健康。

1.3 提高作业效率

传统系统随着矿井不断深入,局部风量调节能力不足,导致通风效率低下。智能化系统通过动态仿真分析和传感器反馈信息,实时调节风门和天窗,确保各作业点处于最佳通风状态。智能化系统能够实时采集和处理风速、风向、风量、温度、湿度、气体浓度等

参数,提供精确、及时的数据支持决策,优化通风策略。可以说,智能化改造显著提高了煤矿作业效率,确保了安全生产和经济效益的双重提升。

2. 煤矿通风工作存在的问题

2.1 依赖传统人工

传统的煤矿矿井通风安全管理主要依赖人工进行操作和监控。这种方式达不到减员增效要求,需要雇佣大量的专业技术人员进行检查操作和监控。而且,由于人力监测的局限性,反应速度较慢。人工监测很容易受到主观因素的影响,也不太可能涵盖所有可能的情况。传统的矿井通风安全管理无法有效地做到资源利用的最大化,而且对于复杂的业务流程,难以同时进行多个操作,增加了人工管理过程中的风险。因此,需要引入智能化技术来提高矿井通风管理的效率和精确度。智能化技术可以帮助矿工快速、准确地识别矿井内部的安全状态,并及时采取相应的措施。

2.2 数据收集慢

煤矿矿井内的通风系统需要采集和处理大量的数据,如风速、风向、风量、温度、湿度、气体浓度和通风设施的完好性以及运行情况等参数。然而,传统的数据收集和处理方式往往比较繁琐,存在着数据获取不准确、信息不及时等问题。传统的人工方法无法处理大量的数据,同时还容易出现数据错漏和数据丢失的情况,极大地影响了矿井通风安全管理的质量。需要引入先进的通风工艺、技术和数据处理办法,进而实现对大量数据的准确采集和快速分析。通过智能化数据采集和分析,可以大大提高数据准确率和信息反应

速度,便于煤矿矿井安全生产管理人员和技术人员进行决策部署。

2.3 预警不及时

煤矿矿井内存在的安全隐患需要及时发现和预警,以避免事故的发生。然而,传统的安全隐患预警机制往往反应较慢,无法对复杂环境、多变因素进行准确判断。经常出现煤矿事故的发生,实质安全隐患早已存在,只是没有及时发现和预防。这是因为传统安全隐患预警缺乏有效的数据支撑和智能化技术支持。

3.煤矿通风安全智能化改造与实践路径

3.1 强化安全意识

煤矿矿井下通风安全管控不当,存在安全漏洞,与工作人员安全意识不强有直接的关系。为了尽可能地规避安全漏洞,确保通风安全管理落实到位,充分发挥作用,努力实现安全生产的目标,需要注重强化安全意识。一方面需要煤矿企业内组织开展安全生产宣传活动,通过安全生产教育,强化全体员工安全意识。另一方面应当注重加强安全生产培训,组织工作人员进行安全生产培训,例如专业知识培训、机械设备操作流程培训、业务能力培训及职业素质教育等;组织管理人员进行专项培训,例如煤矿开采知识培训、管理能力培训、职业素质教育等等,提高管理人员的专业水平,使之能够从专业角度出发,客观分析矿井下煤矿开采中通风安全情况,明确可能存在的影响因素,予以针对性的管控。

3.2 通风调控^①智能化

通过建立风量调节模型并基于网络解算动态仿真分析和传感器反馈信息,智能化通风系统能够实时调节风门和风窗,确保各用风地点按需通风,并动态调整风量以应对井下环境变化,提高整体通风系统的效率和稳定性。在掘进工作面,当CH₄等有有毒有害气体达到预警值时,系统能自动调整局部通风机变频器的运行频率,调节供风量,将有害气体浓度稀释到安全范围内,确保工作面安全,减少事故发生概率。对于矿井总风量不足的情况,智能化系统通过仿真模拟结合主扇运行工况特性曲线,确定增风方案并执行调控指令,调整主通风机的运行参数,保证矿井内风量需求;当总风量过大时,系统在实际需风量范围内减少风量,实现节能减排。条件有限的矿井可以通过添加风门和风窗的就地远程自控装置,实现局部风量调节,同时满足行人和车辆通行需求。防爆摄像机和微调执行器的应用,能够对风门风窗状态进行实时监控和自动调节,及时发现并解决问题,减少人员和设备的投入。智能化通风系统依赖传感器网络和数据采集系统,实时监控井下环境参数和通风设备运行状态,发

现异常情况时立即发出警报,并根据预设应急预案自动调整设备,确保矿井环境安全稳定。系统还具备模拟仿真功能,能够在风量平衡定律、风压平衡定律和阻力定律基础上,模拟矿井风量、负压等参数变化,通过仿真反风演习和应急预案,验证和优化通风方案,提高系统应急反应能力和可靠性。

3.3 地面工作站智能化

井下无人化,地面远程监控是未来矿井工作发展的主要形式。井下数据监控加视频监控的形式是地面工作站监控的主要形式,地面监控主要有两大部分,一方面是大屏监控,另一方面是计算机远程监控。大屏监控主要在各巷道内加装各类防爆视频监控设备,将各巷道内的实时画面传输至地面工作站。监控人员通过手动/轮询的方式实现对井下各巷道界面的循环监控。当环境监控出现异常时,系统会弹出相应报警信息,提醒监控人员。另一方面是通风系统相关监控。通风设备在进行运行时,主要有环境监控数据和通风设备运行数据两类。井下采集的相关数据通过相关方式进入控制系统,控制系统进行程序转化形成相应的数字量信息在监控系统显示。通风系统主要依靠电机转动实现空气的进入与排出^②。因此,为了确保电机的安全运行,针对电机的运行电压、运行电流、轴承温度等信号进行实时监控。当信号出现异常时,会进行对应报警提醒监控人员,当设备出现故障时,控制系统可进行冗余切换。

3.4 远程测量巷道全断面风量

通过建立测风站、安装走线式设备和实时数据采集传输,可以实现对井下通风情况的精准监测和实时调整。测风站内配备先进的风速传感器和风向传感器,通过动力机构驱动传感器在不同位置测量风量,并将数据实时传输至地面控制中心。地面控制中心通过软件系统处理分析数据,计算巷道内的平均风速和总风量,并在异常时自动发出警报。防爆监控摄像头实时监控关键位置,确保数据准确。多层次测风站布置使得全断面风量测量更全面,系统自动优化通风方案,调节设备运行状态,满足各区域通风需求。系统还能模拟不同通风条件下的效果,提高通风系统效率和可靠性。在紧急事件时,远程测量系统快速提供关键数据,帮助制定应急通风方案,保障矿工安全撤离。通过这些措施,远程测量系统不仅提高了通风管理的效率和安全性,还为煤矿安全生产提供了强有力的技术支持。

3.5 改进多风车站布设

在通风系统中,对多台风机进行合理布置,可使其工作效率得到提高,使其工作性能得到最大程度的发挥。它能够有效提高煤矿

矿井作业行程的传输速度,缩短实际作业时间,有效控制局部能耗、降低成本,从而提高煤矿矿井施工企业的经济效益和社会效益。随着我国科技的不断进步,有关部门对煤矿矿井通风设备进行了系统的研究,使煤矿通风设备有了长足的进步。在煤矿矿井通风技术飞速发展的背景下,通过对多台工作及风机的不断升级改造,能够有效优化煤矿矿井通风系统的运行性能,推动煤矿矿井有害气体的规模化排放,从而达到安全高效、安全工作的目的。煤矿矿井通风系统可利用多台风机,有效调整、控制风量,从而推动智能化通风技术的进一步发展,大大节约煤矿矿井施工企业的财力、物力。

3.6 应用信息高速传输技术

首先,无线传输技术利用无线电波在井下和地面之间传输数据,快速部署网络节点,实现数据的实时传输。尽管在井下可能受到强电干扰的影响,但通过采用先进的抗干扰技术,可以提高传输的稳定性和准确性。光纤传输技术则因其高带宽、低延迟和抗干扰能力强,成为煤矿信息传输的重要手段。尽管其成本较高,但在关键区域的应用可以大大提升整个系统的性能。随着 5G 时代的到来,该技术具备高带宽、低延迟、传输数据量大及抗干扰能力强等优势,可以更快、更稳定地完成井下与地面的信息传输。通过 5G 网络,井下传感器采集的实时数据能够迅速传输到地面控制中心,实现对通风系统的即时监控和调控。信息高速传输技术实现了数据的实时监测与反馈。通过高速传输技术,井下的环境参数如风速、风量、温度、湿度及有毒有害气体浓度等能够实时传输到地面监控系统。地面控制中心对这些数据进行分析,实时监测井下环境变化,并通过自动化系统快速调整通风设备的运行参数,确保井下环境安全。高速信息传输技术也支持智能化联动控制。当监测系统检测到异常数据时,系统能够立即触发相应的控制机制,例如调整风机转速、开启或关闭风门等,以确保通风系统的稳定运行。矿井通风网络解算也是智能化改造的关键环节。借助 5G 和光纤传输技术,通风系统能够实现实时在线监测和动态仿真分析。系统依据风量平衡定律、风压平衡定律和阻力定律,结合实时监测数据和风网拓扑关系,进行通风网络解算,模拟矿井风量、负压等参数的变化,优化通风方案。仿真模拟不仅能提升日常运行效率,还能在应急情况下提供快速响应和科学决策支持。通过应用无线传输、光纤传输和 5G 技术,煤矿实现了井下与地面的高速信息传输。这项技术的应用不仅提升了通风系统的效率和安全性,还增强了应急响应能力,为煤矿安全生产提供了坚实的技术保障。

3.7 落实作业人员培训

在进行矿井通风事故的预防措施时,应强化通风安全管理制度建设,完善相关制度规定,并将其落实到具体实践活动中去,从而不断提升矿井通风管理水平,降低通风安全事故发生率。为了确保煤矿的安全管理质量和通风事故的预防效果,应该重视加强操作管理人员的安全技术培训,这样可以有效地提高职工安全技术培训教育的效果和教学质量,确保通风管理的实施,从而减少通风事故的发生。同时,还要不断提升员工对于矿井通风系统的认知水平,并积极采取针对性措施,从而降低事故发生率^[5]。

4. 小结

煤矿通风安全智能化改造与实践是当前煤矿工业发展的必然趋势,也是保障矿工生命安全和健康、提高生产效率的有效途径。煤矿通风安全智能化改造具有重要的现实意义和深远的发展影响。传统的通风管理方式存在着诸多问题,而智能化技术的应用可以有效解决这些问题,提高通风管理的精确度和效率,降低矿井事故的发生率,保障矿工的安全和健康。为了确保煤矿通风安全智能化改造的顺利实施,需要加强安全意识的培训和落实,提高操作管理人员的技术水平,积极应用信息高速传输技术如 5G,不断完善智能化技术的应用和监控系统的建设,从而全面提升煤矿通风管理的水平和效率。总之,煤矿通风安全智能化改造与实践将为煤矿工业的可持续发展和安全生产提供有力支持,为构建安全、高效、智能的煤矿生产环境奠定坚实基础。

参考文献

- [1]周剑亮.煤矿通风安全事故防范探讨[J].能源与节能, 2024, (04): 188-191.
- [2]邢呈呈.煤矿安全智能化体系建设思路探讨[J].能源技术与管理, 2021, 46 (05): 16-17+92.
- [3]郭艳慧.煤矿智能化通风系统研究[J].能源与节能, 2019, (07): 108-109.
- [4]郑航,李文君.基于瓦斯的煤矿通风安全问题与防范措施分析[J].内蒙古煤炭经济, 2023, (14): 95-97.
- [5]王芬,赵晋亮.关于煤矿通风安全仪器仪表的研究[J].当代化工研究, 2020, (23): 85-86.

作者简介:申阳阳(1988.10),男,汉,河南沁阳人,大学本科,中级,矿山通风安全。